

ОТЗЫВ

на диссертационную работу Филькова Александра Ивановича
«Физико-математическое моделирование возникновения природных пожаров
и исследование особенностей сушки, пиролиза и зажигания горючих
материалов», представленную на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук
по специальности 01.04.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника

Данная диссертационная работа посвящена изучению и моделированию чрезвычайно актуальных как для нашей страны, так и для зарубежных стран (особенно для США, Австралии, Испании, Греции, Канады, Мексики и т.д.) процессов возникновения пожаров. Несмотря на то, что данная проблематика находится под неусыпным вниманием нескольких десятков исследовательских групп в разных странах мира, достаточно надежных и главное простых в использовании методик предсказания пожаров все еще не существует. Причина этого вполне очевидна. С одной стороны, данные процессы чрезвычайно сложны и их строгое математическое моделирование требует привлечения самых современных моделей, формулирование которых само по себе является чрезвычайно сложной задачей. Решение же получающихся в этих моделях уравнений является само по себе самостоятельной нетривиальной задачей, требующей больших вычислительных ресурсов. И лишь после реализации этих первых двух шагов становится возможным формулирование упрощенных моделей, которые могли бы дать возможность получать оперативную информацию о возможности возникновения пожаров в том или ином конкретном районе. Помимо этого реализация указанных этапов требует их постоянной верификации и тестирования, что, в свою очередь, делает необходимым обработку огромного экспериментального материала и данных метеонаблюдений, а в ряде случаев – проведения специальных лабораторных или даже натурных экспериментов. Таким образом, тематика данной диссертационной работы по необходимости обязана быть комплексной и сочетать в себе все указанные элементы. И действительно, диссертационная работа Филькова А.И. является комплексной: наряду с формулированием тех или иных моделей, выполняется их исследование, а в ряде случаев для определения различных параметров этих моделей проводятся и необходимые экспериментальные работы. Основными задачами данной диссертационной работы являлось:

- разработка детерминировано-вероятностных методик прогноза пожарной опасности;
- разработка упрощенных моделей сушки растительных горючих материалов (РГМ);
- создание базы теплофизических данных для разрабатываемой системы прогноза пожарной опасности;
- исследование зажигания и горения некоторых РГМ и определение их термокинетических постоянных;

- разработка геоинформационного программного комплекса прогноза возникновения и распространения некоторых типов природных пожаров.

Данная диссертационная работа состоит из введения, шести глав, заключения и восьми приложений.

Во введении формулируются цель, задачи диссертационной работы и основные выносимые на защиту результаты.

Первая глава диссертации носит обзорный характер, в ней рассмотрены: (i) основные отечественные и зарубежные методики прогноза пожароопасности; (ii) влияние природных и антропогенных факторов на возникновение пожаров; (iii) кинетические исследования горючих материалов. В общем приведенный обзор является достаточно систематическим и критическим. Вместе с тем встречаются и ничем не подтвержденные высказывания автора. Так на стр. 15 указывается, что «недостатки работы [26] устранены ... в [27]». Однако ни о каких недостатках работы [26] до этого не сообщалось. Здесь имеет место и ряд редакторских недостатков. Так на стр. 43 при ссылке на автореферат кандидатской диссертации [35] автор пишет «в работах [35]» и «из анализа работ [35]», а позднее (стр. 46) «авторами [35]» и «уравнение, предложенное авторами [35]» (стр. 48). Вообще пересказыванию этого автореферата уделено слишком много места: 5 страниц текста. Странным в этой связи выглядит и вывод о том, что «уравнение, предложенное авторами [35]» не имеет физического смысла, хотя с этой точки зрения оно не обсуждалось. Еще больше места (7 стр.) занимает пересказывание еще одного автореферата – [37].

Значительное место (14 стр.) в этой главе отводится описанию характеристик торфа и факторов, определяющих развитие пожаров в нем. В целом можно сказать, что эта часть написана в стиле Википедии и содержит много тривиальной, а часто и ненужной информации.

В разделе 1.2.3 дается подробное описание на 7 стр. данных, полученных в США по изучению процессов воспламенения торфа. Из контекста следует, что эта серия экспериментов выполнена в работе [48] (ее автор в списке литературы и на стр. 70 носит разные фамилии), хотя фактически нигде это не указано. Затем на стр. 77 автор пишет, что им получены распределения «вероятности для каждой группы образцов». Читателю, равно как и оппоненту, совершенно не ясно, кем были выполнены данные эксперименты и в чем все-таки вклад автора диссертации.

Оценивая эту главу в целом, необходимо отметить ее чрезвычайно большой объем. Она занимает более трети от всего объема диссертации, а ряд приводимых здесь сведений слабо мотивирован дальнейшим ее содержанием.

Во второй главе в разделе 2.1 уточняется формула оценки вероятности возникновения пожаров, предложенная, А.М. Гришиным. Уточнение касается главным образом конкретизации факторов риска пожарной опасности, что весьма полезно с практической точки зрения. Вместе с тем следует отметить определенную ограниченность получаемой в результате модели. Автор диссертационной работы выделяет 12 возможных причин возникновения пожаров. Заведомо ясно, что этот перечень не полный. Например, на выделенном выделе может находиться воен-

ный полигон, что существенно увеличивает возможность возникновения здесь и на прилегающих участках пожара. Конечно, это весьма специфическая ситуация, но столь же специфической является и наличие на выделе нефте- или газопровода. Нетрудно привести и еще ряд факторов. Поэтому модель следовало бы строить с учетом некоторой неопределенности и неполноты учитываемых данных. Это типичная задача управления системой с неполной информацией. Такая методика была бы существенно более объективной. Еще одна важная величина, не учитываемая в описываемой модели, – это возможная корреляция возникновения пожаров на выделах i и j . Такая корреляция, безусловно, существует и ее следовало бы хотя бы оценочно учитывать.

Раздел 2.2 посвящен формулированию упрощенной модели низкотемпературной сушки РГМ. Затем получено аналитическое решение уравнений, описывающих эту упрощенную модель. В результате удается получить простую формулу для определения времени лесопожарного созревания. Правда в диссертации фактически отсутствует демонстрация возможности и точности данной формулы, на стр. 153 дается лишь некая констатация о ее соответствии реально происходящим физическим процессам. Затем результаты применения упрощенной модели и полученное аналитическое решение сравниваются с экспериментальными данными и численным решением полной системы уравнений, полученной Лободой Е.Л. Аналитическое решение очень хорошо описывает экспериментальные данные на не слишком больших временных интервалах, правда вызывает недоумение то, что численное решение полной системы уравнений оказывается менее точным. Данный факт, конечно, следовало бы прокомментировать и показать причину такого поведения.

Наконец в разделе 2.6 предложенная упрощенная методика сопоставляется на конкретных примерах с данными применения подхода Нестерова. Показано, что развиваемый диссертантом подход дает в ряде случаев существенно более высокую вероятность пожароопасности, что более соответствует реальным наблюдениям.

Третья глава посвящена разработке методики прогноза торфяных пожаров. В разделе 3.1 развивается методика прогноза пожароопасности залежей торфа. Здесь представлена соответствующая вероятностная модель и математическая модель сушки торфа. Основным фактором первой модели предлагается рассматривать влагосодержание. В качестве природного фактора рассматривается лишь удар молнией. Конечно, это важный фактор, хотя, по-видимому, не очень частотный. Ссылка на статью [158] выглядит мало обоснованной, поскольку она посвящена влиянию молний на лесные пожары. Вместе с тем не учитывается ряд других природных факторов. В частности, распределение и динамика грунтовых вод, что существенно может менять влагосодержание, в том числе сезонное.

Вызывает вопрос и формулировка модели сушки торфа (уравнения (3.9)–(3.14)). Здесь третья фаза, названная газовой, фактически обозначает образующийся водяной пар. Но тогда динамика фаз 2 и 3 тесно связана и они должны равноправно входить в уравнение (3.11). Это, однако, не так. Кроме того, динамика влаги должна существенно зависеть от газонасыщенности торфа, что фактиче-

ски вообще не учитывается. Тестирование модели сушки торфа проведено на специально проведенном при участии автора диссертации эксперименте и показало хорошие результаты.

Модели, развитию которых посвящены главы 2 и 3, содержат большое число констант, и применение этих моделей зависит от того, известны эти константы или нет. Поэтому проблема определения различных констант является не менее актуальной, чем формулировка самих моделей. В этой связи совершенно естественно, что следующая глава диссертации связана именно с решением этой задачи. Ее решение, однако, осложняется тем, что непосредственное измерение фактически невозможно, необходимо одновременно с проведением эксперимента решать совсем непростую математическую задачу интерпретации полученных данных. Именно такой подход и реализуется в четвертой главе. Здесь выполнены серии экспериментов по изучению сушки нескольких видов РГМ и торфа, а затем по полученным данным восстановлены необходимые термокинетические коэффициенты. Полученные результаты являются одним из главных достижений данной работы. Недостатком является отсутствие мотивации использования для интерпретации эксперимента уравнений (4.3), (4.4). Остается поэтому неясной и область их применимости. Слова «используя формально-кинетический подход» ничего не объясняют.

Пятая глава посвящена экспериментальному изучению характеристик горения природных горючих материалов, что чрезвычайно важно для определения возможных режимов горения при низовых пожарах. Одним из главных полученных здесь результатов является создание базы данных типичных РГМ одного из районов Томской области.

Наконец с практической точки зрения чрезвычайно важна и последняя глава диссертации, в которой описывается созданный автором программный комплекс для моделирования прогноза возникновения и распространения лесных пожаров в геоинформационной системе. Сама по себе эта задача чрезвычайно сложная и обычно решается большими коллективами. То, что она разработана в значительной степени фактически в одиночку, свидетельствует о высокой квалификации автора, его широкой эрудиции и высоком профессионализме. Здесь правда вызывает недоумение название данной главы, автор ее назвал: «Программный комплекс для визуализации результатов прогноза...». Создается впечатление, что главным достижением здесь является именно визуализация результатов. К счастью, это не так. Полученный здесь результат гораздо объемнее.

В заключении суммируются полученные результаты.

Наконец диссертация содержит 8 приложений, часть из которых явно избыточна. Это относится, в частности, к справке и акту о внедрении, рабочим программам двух дисциплин, достаточно было просто представить эти документы в совет. Не ясно также, зачем автор приводит данные о патенте и регистрации программы, это все должно присутствовать в библиографии. Мотивированность и остальных приложений, может быть за исключением пятого, также проблематична.

Диссертация в целом написана неплохим языком, в ней внятно изложены полученные результаты. Подводя итог, необходимо отметить, что все содержа-

тельные результаты, представляемые в данной диссертации, являются новыми. Они достаточно полно опубликованы в ведущих журналах и известны специалистам как у нас в стране, так и за рубежом. Практическая значимость работы заключается, прежде всего, в разработке методик пожароопасности, в том числе упрощенных, и создании программного комплекса, которые можно затем широко использовать в практической работе подразделений МЧС и крупных лесхозов.

Достоверность полученных диссертантом результатов, подтверждается использованием апробированных методов математического моделирования, многочисленными собственными экспериментальными результатами, сопоставлением, где это возможно, с данными других авторов.

Материалы диссертации и полученные в ней результаты вполне можно рекомендовать для внедрения в ряде в службы МЧС и профильные НИИ.

Таким образом, несмотря на ряд сделанных выше замечаний, следует отметить, что диссертационная работа А.И. Филькова является цельным и объемным современным научным исследованием, содержащим ряд важных научных результатов. Основные результаты диссертации хорошо опубликованы и доложены на многочисленных отечественных и международных конференциях. Текст автореферата соответствует содержанию диссертации. Автор продемонстрировал хорошее владение различными разделами механики, прикладной математики и информатики, что свидетельствует о его высокой квалификации.

Диссертация А.И. Филькова, является завершённой научно-исследовательской работой и соответствует требованиям Положения ВАК РФ «О порядке присуждения учёных степеней», а Александр Иванович Фильков заслуживает присуждения ему учёной степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.14 – теплофизика и теоретическая теплотехника.

Официальный оппонент Рудяк Валерий Яковлевич
Новосибирский государственный
архитектурно-строительный университет
630008, Новосибирск-8, ул. Ленинградская, 113
Тел. раб. 8 (383) 266-80-14,
Email: valery.rudyak@mail.ru

Заведующий кафедрой теоретической механики НГАСУ
д.ф.-м.н. профессор

РУДЯК В.Я.

